



Communauté de Communes
de l'Agglomération Migennoise

La vie comme vous l'aimez !

Projet d'aménagement du parc d'activités intercommunal du Charmeau sur la commune de Charmoy (89)

Potentiel en énergie
renouvelable

Siège social :
6 bis rue des zentes
80710 QUEVAUVILLIERS
Tél : 03 22 90 33 90

Courriel : contact.pvq@planete-verte.tech
Web : www.allianceverte.com



PLANETE VERTE
INGENIERIE ENVIRONNEMENTALE

Agence Centre-Nord :
14 rue Narcisse Hautelin
10150 PONT-SAINT-MARIE
Tél : 03 25 40 55 74

Courriel : contact.pvt@planete-verte.tech
Web : www.allianceverte.com

TABLE DES MATIÈRES

A - INTRODUCTION	1
A.1 - PRÉAMBULE	1
A.2 - CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE.....	2
A.2.1 - Au niveau international.....	2
A.2.2 - Au niveau national.....	3
A.2.3 - Évolution de la réglementation thermique.....	4
B - PRÉSENTATION DE L'OPÉRATION D'AMÉNAGEMENT.....	6
B.1 - LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE.....	6
B.2 - PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE.....	7
C - ÉTAT INITIAL	9
C.1 - TEMPÉRATURE	9
C.2 - PRÉCIPITATION	9
C.3 - VENTS.....	10
C.4 - ÉNERGIE NON RENOUVELABLE	11
C.5 - RÉSEAUX D'ÉNERGIE DESSERVANT LE SITE.....	11
D - IMPACTS DU PROJET SUR LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE	12
E - OPPORTUNITÉS DE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES	13
E.1 - ÉNERGIE ÉOLIENNE	13
E.1.1 - Principes d'exploitation de l'énergie éolienne.....	13
E.1.1.1 - Définition du gisement local, contraintes réglementaires et aspects économiques	13
E.1.1.2 - Potentiel de développement de l'énergie éolienne à l'échelle du projet.....	15
E.2 - ÉNERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE	16
E.2.1 - Moyens disponibles	16
E.2.2 - Contraintes.....	17
E.2.3 - Aspects économiques.....	17
E.2.4 - Potentiel de développement du solaire photovoltaïque à l'échelle du projet	18
E.2.4.1 - Enjeux de l'éclairage.....	18
E.2.4.2 - Pollution lumineuse	18
E.2.4.3 - Préconisations.....	18
E.2.5 - Synthèse des solutions pouvant être adoptées par le projet	20
F - CONCLUSION SUR LA FAISABILITÉ DU DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES	21

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Consommation d'énergie primaire par type d'énergie en 2020 en France.....	2
Figure 2 : Part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie en France	3
Figure 3 : Localisation géographique.....	6
Figure 4 : Localisation du projet	6
Figure 5 : Température moyenne mensuelle (°C) à la station de Tonnerre-Joudre.....	9
Figure 6 : Précipitations moyenne mensuelle (mm) à la station de Tonnerre-Joudre	9
Figure 7 : Rose des vents.....	10
Figure 8 : Mesure de vents maximal les 25 et 26 décembre 1999.....	10
Figure 9 : Production nette d'électricité par filière et par région en 2012.....	11
Figure 10 : Prise en compte de la canalisation de gaz dans l'emprise du projet.....	12
Figure 11 : Zones favorables élargies à la maille communale (Source : DREAL Bourgogne).....	14

A - INTRODUCTION

A.1 - PRÉAMBULE

La commune de Charmoy porte un projet de zone d'activités commerciales (ZAC) sur son territoire communal. Ce projet présente un fort potentiel dans le cadre d'un développement des énergies renouvelables sur la commune de Charmoy.

La première loi issue du Grenelle de l'Environnement adoptée par l'Assemblée Nationale le 29 juillet 2009 définit 13 domaines d'action visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Parmi ces domaines d'action, le recours aux énergies renouvelables est particulièrement mis en avant. L'article L300-1 du Code de l'urbanisme précise notamment :

« Toute action ou opération d'aménagement faisant l'objet d'une étude d'impact doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone, en particulier sur l'opportunité de la création ou du raccordement à un réseau de chaleur ou de froid ayant recours aux énergies renouvelables et de récupération ».

Conformément à cet article, le présent document a pour objectif d'identifier les possibilités de développement des énergies renouvelables lors de l'opération de réaménagement de la zone d'activités commerciales de Charmoy.

Il définit notamment les possibilités d'implantation de système centralisé permettant de fournir l'énergie nécessaire aux bâtiments à travers des réseaux de chaleur par exemple.

Cette étude vise également à définir la part relative à l'énergie dans l'impact environnemental global du projet.

En effet, l'évolution culturelle et réglementaire impose la réalisation de bâtiments de plus en plus performants (approche bioclimatique, meilleure isolation, utilisation d'équipements performants et d'énergies renouvelables) afin de limiter globalement l'impact du secteur du bâtiment sur l'appauvrissement des ressources fossiles et sur le dérèglement climatique.

C'est pourquoi la Communauté de Commune de l'Agglomération Migennoise a sollicité « Planète Verte » afin de réaliser un dossier sur le potentiel de développement des énergies renouvelables dans le cadre de l'évaluation environnementale.

Les énergies renouvelables sont des énergies inépuisables. Fournies par le soleil, le vent, la chaleur de la Terre, les chutes d'eau, les marées ou encore la croissance des végétaux, leur exploitation n'engendre pas ou peu de déchets et d'émissions polluantes. Ce sont les énergies de l'avenir. Aujourd'hui, elles sont sous-exploitées par rapport à leur potentiel.

L'utilisation des énergies renouvelables permet de lutter contre l'effet de serre, en réduisant notamment les rejets de gaz carbonique dans l'atmosphère. En développement dans le monde entier, les énergies renouvelables permettent de gérer de façon intelligente les ressources locales et de créer des emplois. On qualifie les énergies renouvelables d'énergies "flux" par opposition aux énergies "stock", elles-mêmes constituées de gisements limités de combustibles fossiles : pétrole, charbon, gaz, uranium.

Les énergies renouvelables peuvent être classées en 5 grandes familles, elles même pouvant être divisées par catégories :

- L'énergie solaire
- L'énergie éolienne
- L'énergie hydraulique
- La biomasse et les bioénergies
- La géothermie

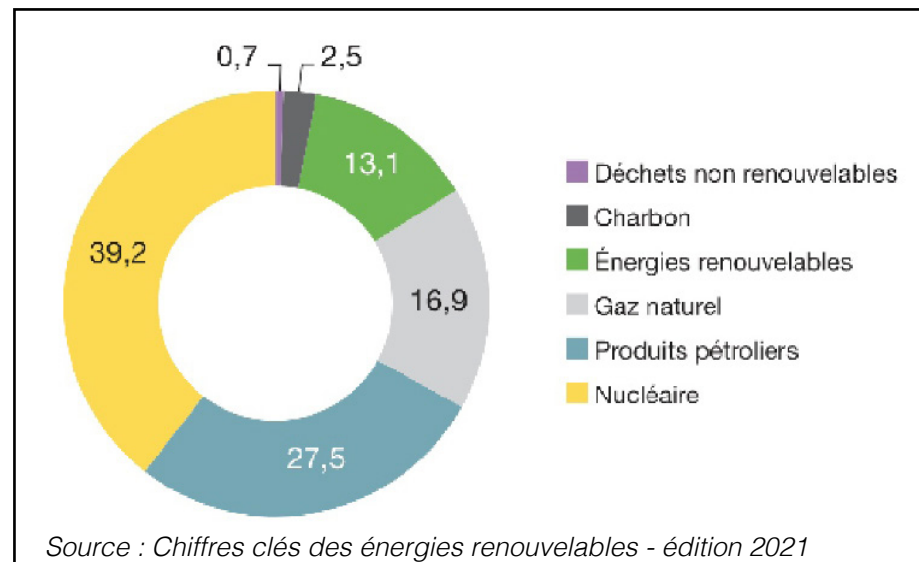
ÉCHELLE MONDIALE

À l'échelle mondiale, les énergies fossiles (charbon, gaz et pétrole) représentent la majorité des sources d'énergie produites dans le monde, soit 81,7 % de la consommation d'énergie finale en 2019. La part des énergies renouvelables reste relativement faible avec 13,5 %.

ÉCHELLE NATIONALE

En France en 2020, les énergies renouvelables représentaient 13,1 % de la consommation d'énergie primaire et 19,1 % de la consommation finale brute d'énergie en France (Figure 1).

Figure 1 : Consommation d'énergie primaire par type d'énergie en 2020 en France



La production primaire d'énergie renouvelable, qui correspond à l'ensemble des énergies renouvelables primaires produites en France, s'élevait à 322 TWh en 2020.

La production primaire d'énergies renouvelables reste dominée en France par la production de bois-énergie (33 %), utilisé principalement pour le chauffage, et la production d'électricité hydraulique (19,3 %).

À cette production s'ajoutent notamment celles d'énergie éolienne (12,7 %), de chaleur renouvelable issue des pompes à chaleur (10,1 %), de bio-carburants (8,4 %) ou encore de déchets renouvelables¹ (4,4 %).

¹ : Les ordures ménagères produites par les foyers français et les industries, et pouvant être transformées en énergie, sont appelées déchets urbains renouvelables. Une fois traités, ils permettent de produire de l'énergie renouvelable utilisée pour l'électricité ou le chauffage.

A.2 - CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

Les démarches visant à encourager le développement des énergies renouvelables répondent à deux objectifs principaux à l'échelle mondiale :

- Lutter contre le réchauffement climatique en réduisant les émissions de gaz à effet de serre issues de ressources non renouvelables,
- Tendre vers une autonomie énergétique qui se passerait des énergies fossiles.

À l'heure où les questions énergétiques et climatiques deviennent des enjeux majeurs à l'échelle planétaire, leur gestion représente un véritable défi. Le réchauffement climatique et la raréfaction des ressources naturelles, notamment fossiles, sont aujourd'hui, de réelles problématiques qui nécessitent la mise en place d'actions concrètes et durables.

Au fur et à mesure de la prise de conscience de ces enjeux, les pouvoirs publics ont instauré des objectifs à atteindre afin de permettre l'atténuation de ces phénomènes. Ces ambitions, définies à différentes échelles d'intervention (mondiale, nationale, régionale, communale...), se sont vues déclinées en stratégies contextualisées à chaque territoire à travers notamment, l'adoption de lois cadres et l'élaboration de documents de planification.

Le projet d'aménagement est à ce titre soumis à des exigences environnementales. Concerné notamment par le Grenelle de l'Environnement à l'échelle nationale, il doit également répondre aux ambitions régionales et locales qui ont fait de la politique énergétique une politique prioritaire.

A.2.1 - AU NIVEAU INTERNATIONAL

Le **Protocole de Kyoto**, ratifié en 1997 est en vigueur depuis 2005. Il est arrivé à échéance en 2012. Il avait pour objectif de stabiliser les émissions de CO₂ au niveau de celles de 1990 à l'horizon 2010.

En **décembre 2009** s'est tenue la **Conférence internationale de Copenhague** : 15^{ème} conférence annuelle des représentants des pays ayant ratifié la Convention-cadre des Nations unies sur le changement climatique et 5^{ème} rencontre des États parties au protocole de Kyoto, elle devait être l'occasion de renégocier un accord international sur le climat prenant la suite du protocole de Kyoto. Elle a été considérée comme un échec partiel par beaucoup, car, bien qu'ayant abouti à une déclaration politique commune, elle n'a pas défini de cadre contraignant.

La 21^{ème} conférence s'est tenue à Paris, **COP21**, et a réuni 195 pays. Elle a permis de fixer comme objectif une limitation du réchauffement mondial entre 1,5°C et 2°C d'ici 2100.

Dans la perspective clairement affichée de promouvoir l'accord global sur le climat intervenu fin 2015 à Paris, l'objectif de réduction des émissions de GES domestiques de l'Union d'au moins 40 % en 2030 par rapport à 1990 a marqué la volonté de l'Europe d'être en pointe sur ce sujet.

La répartition de cet objectif est fixée, par rapport à 2005, à hauteur de -43 % pour les secteurs dits EU-ETS (énergie et industrie, European Union Emissions Trading Scheme) et -30 % pour les secteurs hors EU-ETS. L'UE se fixe également un objectif contraignant d'au moins 27 % d'énergies renouvelables dans sa consommation énergétique. Le texte fixe enfin un objectif d'efficacité énergétique de 27 % (réduction de la consommation d'énergie primaire par rapport au scénario tendanciel pour 2030). Dans le cadre des accords de Kyoto, la communauté européenne a fixé l'objectif communautaire : « 3 x 20 en 2020 » :

- Réduction de 20 % des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2020 par rapport à 1990,
- 20 % d'énergies renouvelables en Union Européenne en 2020,
- Baisse de 20 % de la consommation d'énergie par rapport aux projections pour 2020.

Parallèlement, la France s'est engagée à tenir le Facteur 4, c'est à dire à diviser par 4 ses émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050.

A.2.2 - AU NIVEAU NATIONAL

Depuis 2005, la part des énergies renouvelables (hydraulique, éolien, solaire, biomasse...) dans la consommation finale a progressé de 11,5 points. Cette progression, relativement constante (hors crise sanitaire), s'explique principalement par l'augmentation continue de la consommation finale brute d'énergies renouvelables grâce aux investissements réalisés pour en favoriser le développement (+ 4 % par an).

Depuis 2007, le Grenelle de l'Environnement a accéléré l'évolution des réglementations au niveau français, notamment celle de la réglementation thermique des bâtiments neufs et existants.

Enfin, la Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte a été publiée au Journal Officiel du 18 août 2015 et va permettre à la France de contribuer plus efficacement à la lutte contre le dérèglement climatique.

Elle fixe un certain nombre d'objectifs :

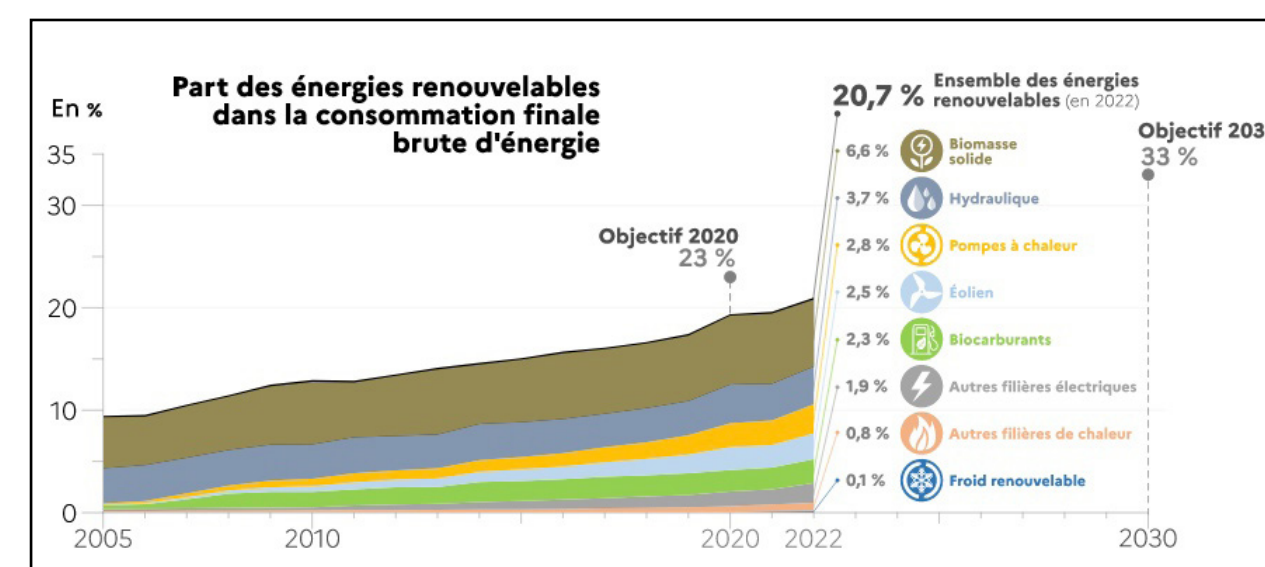
- Moins 40 % d'émissions de gaz à effet de serre en 2030 par rapport à 1990
- Moins 30 % de consommation d'énergie fossiles en 2030 par rapport à 2012
- Porter la part des énergies renouvelables à 32% de la consommation finale d'énergie en 2030 et à 40 % de la production d'électricité
- Réduire la consommation énergétique finale de 50 % en 2050 par rapport à 2012
- Diversifier la production d'électricité et baisser à 50 % la part du nucléaire à l'horizon 2025.

Quatre filières d'énergies renouvelables ont contribué à la plus grande part de cette progression : l'éolien, le photovoltaïque, le biodiesel et les pompes à chaleur. Mais toutes les énergies renouvelables n'ont pas le même potentiel de développement : la majeure partie du potentiel hydraulique est déjà exploitée en France par exemple.

Malgré cette dynamique, la France n'a pas atteint les objectifs européens pour la part d'énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie fixés à 23 % pour 2020.

Le développement de ces énergies doit encore s'accélérer pour atteindre les objectifs nationaux pour 2030, fixés à 33 % par la loi énergie climat du 8 novembre 2019.

Figure 2 : Part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie en France



A.2.3 - ÉVOLUTION DE LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE

Le Grenelle de l'environnement a accéléré l'évolution des réglementations thermiques.

La réglementation thermique 2020 (RT2020), rentrée en vigueur le 31 décembre 2021 impose un niveau de performance énergétique pour les futurs bâtiments et met en avant les énergies renouvelables.

Cette nouvelle réglementation met notamment l'accent sur les bâtiments à énergie positive.

Principales évolutions apportées par rapport à la RT 2012	RE 2020
Périmètre d'évaluation des -consommations énergétiques des usages immobiliers	5 usages RT 2012 : chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, éclairage, ventilation et auxiliaires, auxquels s'ajoute : • La consommation d'électricité nécessaire au déplacement des occupants à l'intérieur du bâtiment, s'il y en a : ascenseurs et/ou escalators ; • La consommation d'électricité pour les parkings des systèmes suivants : systèmes d'éclairage et/ou de ventilation, s'il y en a ; • La consommation d'électricité des circulations en logement collectif pour l'éclairage.
Indicateur des besoins énergétiques : Bbio en points	Bbio RT 2012 modifié par : • Prise en compte systématique des besoins de froid (qu'un système de climatisation soit installé ou pas les besoins de froid seront calculés).
Indicateur des consommations conventionnelles d'énergie : Cep en kWh/(m².an)	• Prise en compte d'usages immobiliers supplémentaires (cf. périmètre d'évaluation). L'indicateur ne comptabilise pas, en tant que consommations d'énergie, les énergies renouvelables captées sur la parcelle du bâtiment et autoconsommées. • Pénalisation forfaitaire des consommations en cas d'inconfort d'été potentiel.
Pour le calcul de Cep : Coefficient de conversion en énergie primaire	• Électricité = 2,3 • Bois = 1 • Réseau urbain de chauffage ou de froid = 1 • Autres énergies non renouvelables = 1 • Énergie renouvelable captée sur le bâtiment ou la parcelle = 0
Indicateur des consommations conventionnelles d'énergie : Cep,nr en kWh/(m².an)	Nouvel indicateur, proche de l'indicateur Cep, introduit pour la RE 2020 : il prend en compte uniquement des consommations en énergie primaire non renouvelable du bâtiment. Les économies d'énergie doivent porter en priorité sur les énergies non renouvelables.
Pour le calcul de Cep,nr : Coefficient de conversion en énergie primaire	• Électricité = 2,3 • Énergies renouvelables = 0 • Réseau urbain de chauffage : 1 – Taux EnR&R • Réseau urbain de froid : 1 • Autres énergies non renouvelables = 1
Indicateur de confort d'été : DH en °C.h	Degré-heure d'inconfort noté DH en °C.h : niveau d'inconfort perçu par les occupants sur l'ensemble de la saison chaude. Il s'agit de la somme de l'écart entre la température de l'habitation et la température de confort (température adaptée en fonction des températures des jours précédents).
Sref : surface de référence	• Surface habitable (SHAB) pour le résidentiel • Surface utile (SU) pour le tertiaire

Perméabilité à l'air : Q4Pa_surf en m ³ /(h.m ²)	• 0,6 pour la MI • 1 pour les logements collectifs • 1,7 pour les bâtiments de bureaux ou d'enseignement primaire ou secondaire, hors immeubles de grande hauteur et hors bâtiments supérieurs à 3 000 m² Majorations de la mesure introduite : • multipliée par 1,2 si réalisée par échantillonnage • augmentée de 0,3 m³/(h.m²) si des travaux pouvant impacter la perméabilité à l'air restent à réaliser.
Scénarios météorologiques	Les scénarios météorologiques sont mis à jour par : • l'actualisation des années de référence : années-type dont la constitution a été effectuée sur la base de fichiers Météo-France sur la période de janvier 2000 à décembre 2018 ; • la modification de deux stations météo : La Rochelle remplacée par Tours et Nice par Marignane.
Scénario d'occupation	Les scénarios d'occupation ont été ajustés pour rendre compte de manière plus réaliste du comportement des usagers. Néanmoins, il s'agit toujours de scénarios conventionnels et de profils moyens, de sorte que les résultats ne peuvent être utilisés comme outil de prédiction des consommations

B - PRÉSENTATION DE L'OPÉRATION D'AMÉNAGEMENT

B.1 - LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE

Le projet est situé dans le département de l'Yonne, sur la commune de Charmoy, située à 19 km au nord-ouest de sa préfecture Auxerre, à 17 km à l'ouest de Saint-Florentin et à 9 km à l'est de Joigny. Depuis le 1er janvier 1970, la commune de Charmoy fait partie de l'ensemble intercommunal de la communauté de communes de l'agglomération Migennoise.

Il est plus précisément localisé à l'est de la commune de Charmoy au sein des espaces agricoles du territoire communal en bordure de la route départementale 606.

Figure 3 : Localisation géographique

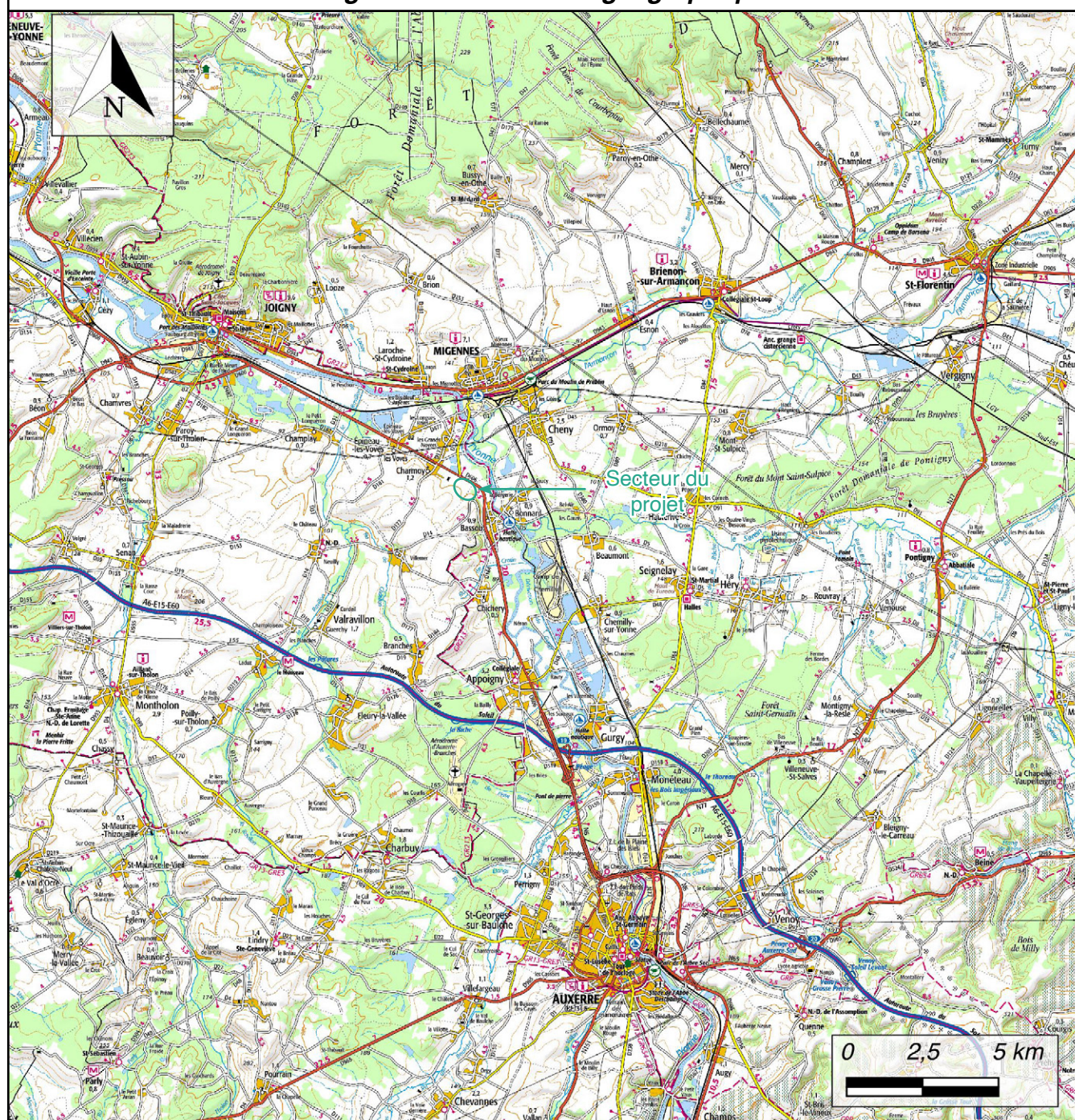
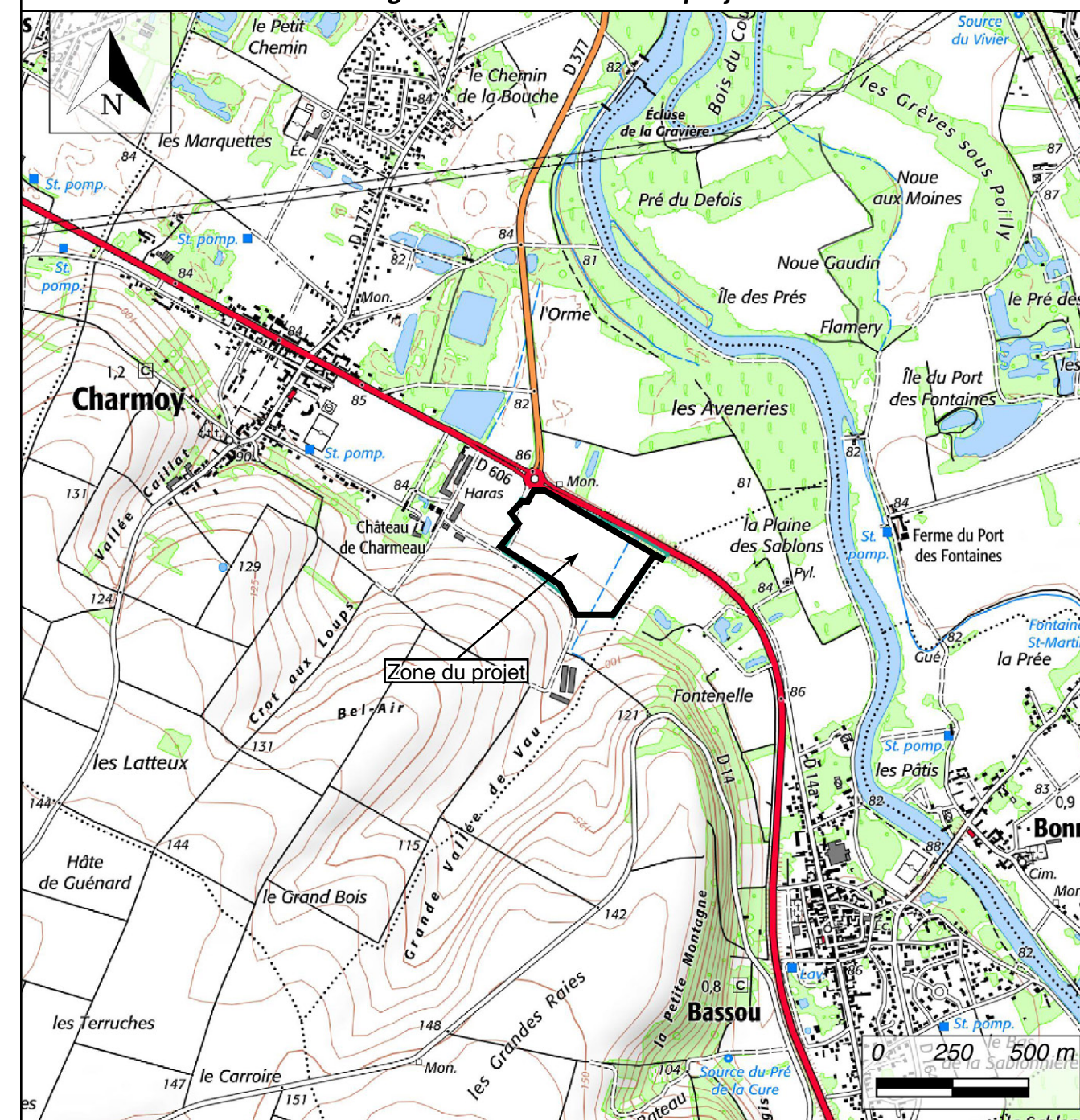


Figure 4 : Localisation du projet



B.2 - PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

Le projet d'aménagement est donc situé à l'Est de la commune de Charmoy.

La commune de Charmoy et la Communauté de Communes de l'Agglomération Migennoise (CCAM) souhaite la création d'une zone d'activités commerciales (ZAC).

Pour la commune de Charmoy, il y a un intérêt majeur économique et social du fait de la future fréquentation sur ce projet de ZAC.

Le site du futur projet est actuellement en culture (surface agricole).

Photographies prises à partir de la RD606



L'aménagement porté par la Communauté de Communes est la réalisation des équipements collectifs de la ZAC. Il s'agit de la création des voiries desservant plusieurs lots, la mise en place des réseaux, la création des espaces verts et la mise en place d'ouvrages de gestion des eaux pluviales.

Suite à la mise en place de ces équipements publics, les lots seront cédés pour permettre l'installation de commerces et d'industries.

La mise en place de la ZAC permettra ainsi de développer l'économie locale et l'emploi .

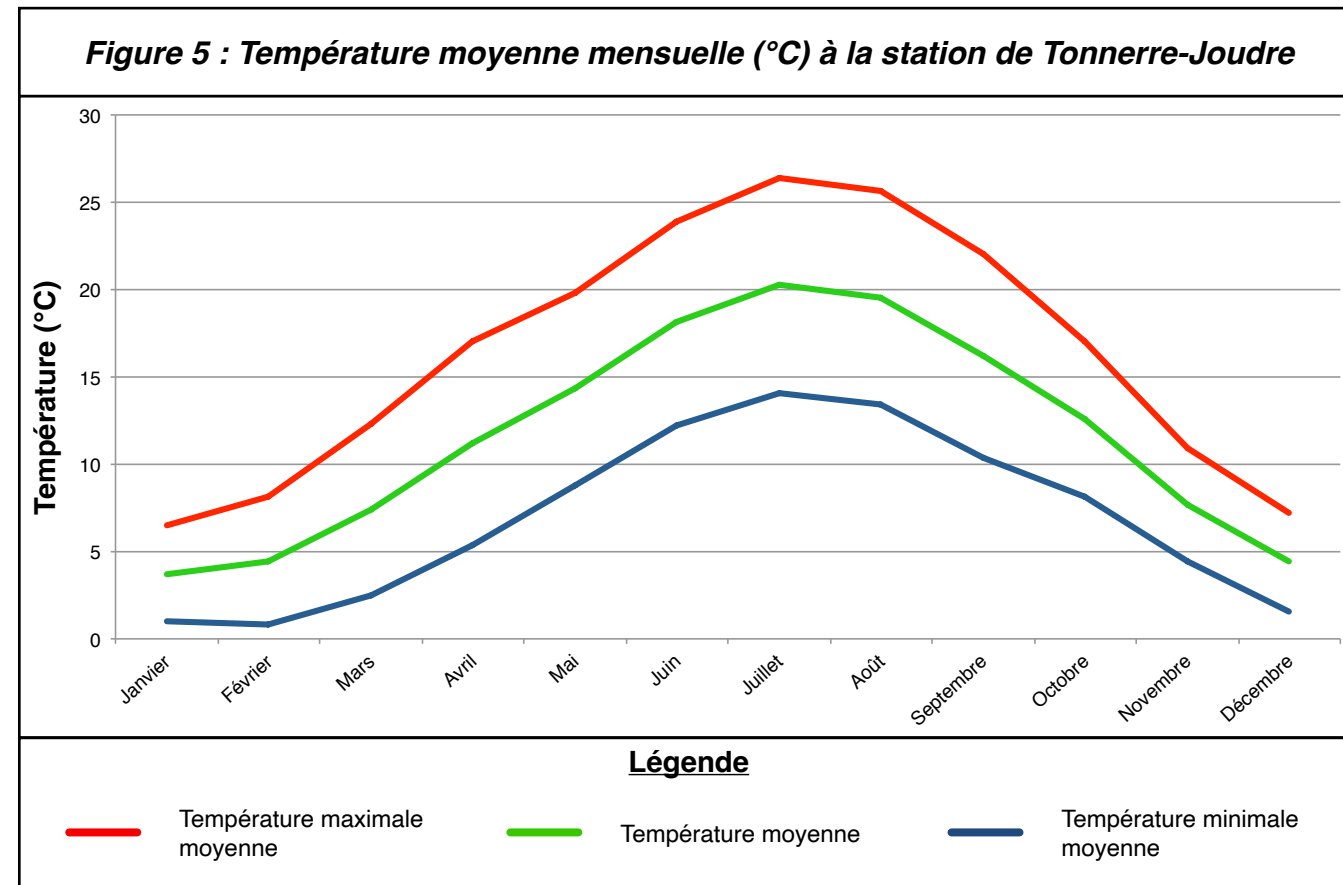
C - ÉTAT INITIAL

C.1 - TEMPÉRATURE

Le département de l'Yonne bénéficie d'un climat océanique dégradé, cela se traduit par des hivers parfois rigoureux et humides ainsi que des étés chauds, secs et assez orageux. Sur une période de 30 ans, la température moyenne annuelle pour la station de Tonnerre-Joudre est de 11,6°C environ. La moyenne des températures maximales est d'environ 16,4°C et celle des températures minimales de 6,9°C

Le nombre d'heures d'ensoleillement par an est de 1705 heures.

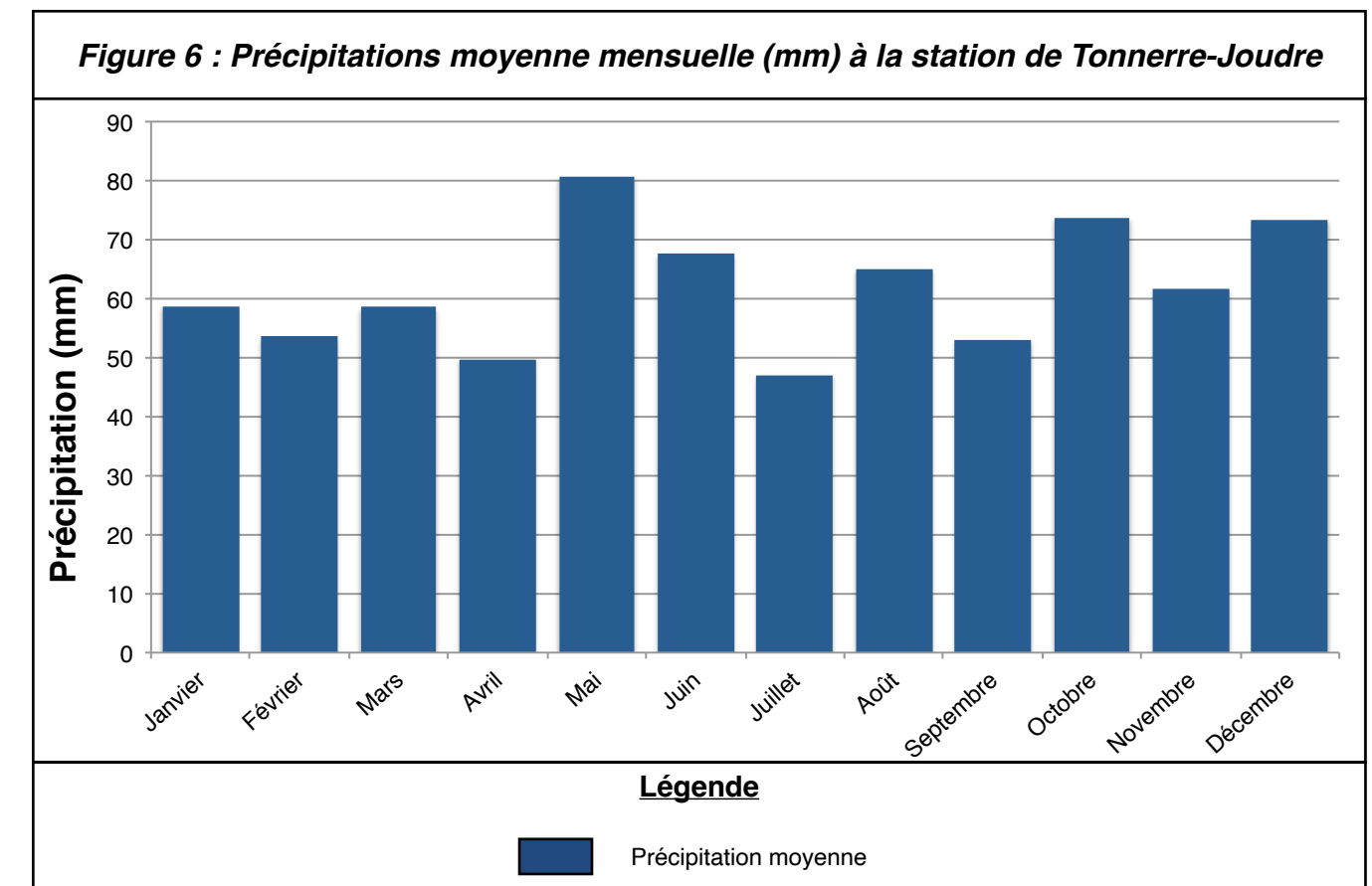
Les mois les plus froids sont ceux de janvier et février, tandis que les mois de juillet et août constituent les mois les plus chauds de l'année (cf. Figure 8).



C.2 - PRÉCIPITATION

Le département de l'Yonne compte environ 120 jours de pluie par an, sur la même période de 30 ans considérée précédemment. Les données donnent une hauteur de précipitation annuelle de 742,9 mm réparties donc sur 120 jours.

Il apparaît que le mois de mai est celui où les précipitations sont les plus abondantes, environ 80,6 mm. Le mois de juillet étant le mois le plus sec avec une hauteur de précipitation moyenne de 47,1 mm



C.3 - VENTS

En ce qui concerne les épisodes venteux, la rose des vents établie pour la station de référence de Tonnerre est fondée sur des observations s'étendant de 2004 à 2020.

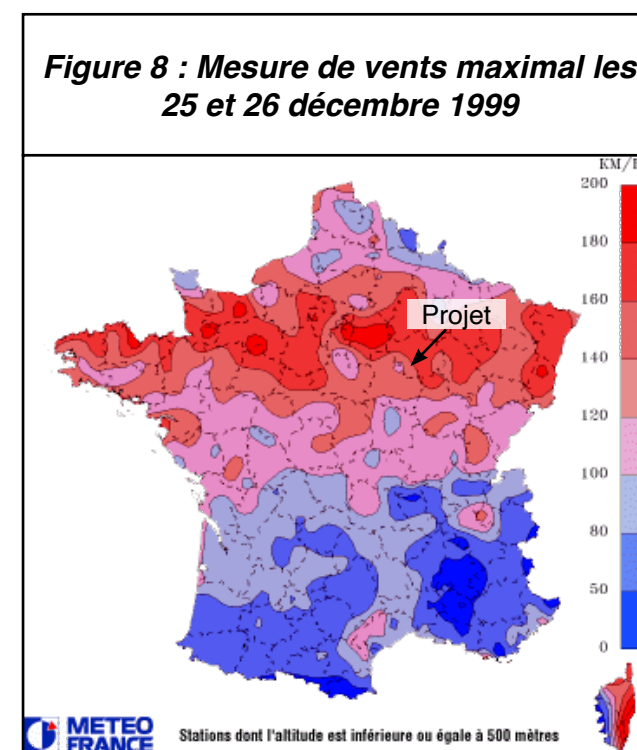
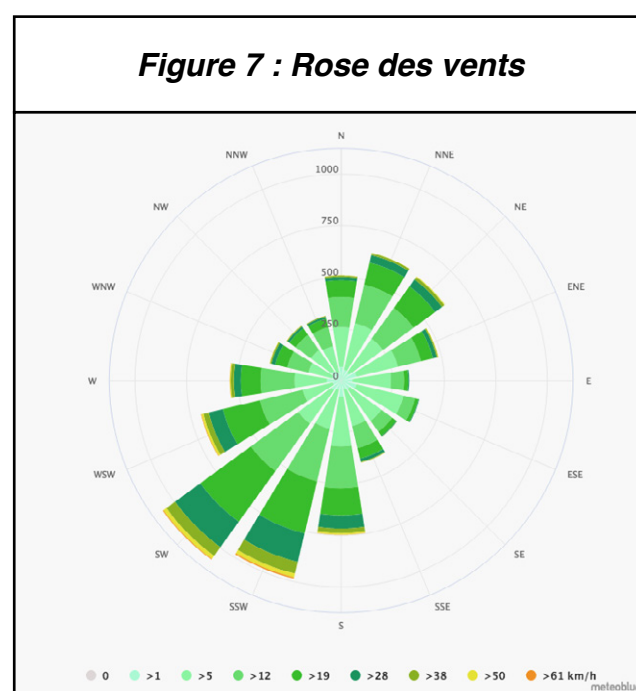
Elle met en évidence deux groupes de vents principaux :

- Des vents fréquents, provenant de la façade sud-ouest,
- Des vents provenant du secteur nord-est, moins fréquents que les précédents.

La direction du vent dominant est donc sud-ouest/nord-est.

La vitesse moyenne instantanée annuelle des vents est d'environ 10,4 km/h.

À noter, que lors de la tempête de 1999, une vitesse maximale instantanée de 148 km/h a été relevée



C.4 - ÉNERGIE NON RENOUVELABLE

L’électricité telle que nous la connaissons, n’est pas directement disponible dans la nature. Il faut la produire à partir d’autres ressources énergétiques : fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel), fissiles (uranium, plutonium) ou renouvelables (soleil, eau, vent, géothermie, biomasse, valorisation déchets, etc.). Il faut ensuite la transporter et la distribuer jusqu’à son lieu d’utilisation, grâce à des câbles de capacités décroissantes, depuis les lieux de production jusqu’à l’usager final, qui forment le «réseau électrique». On parle plutôt d’un «vecteur énergétique» pour l’électricité que d’une énergie.

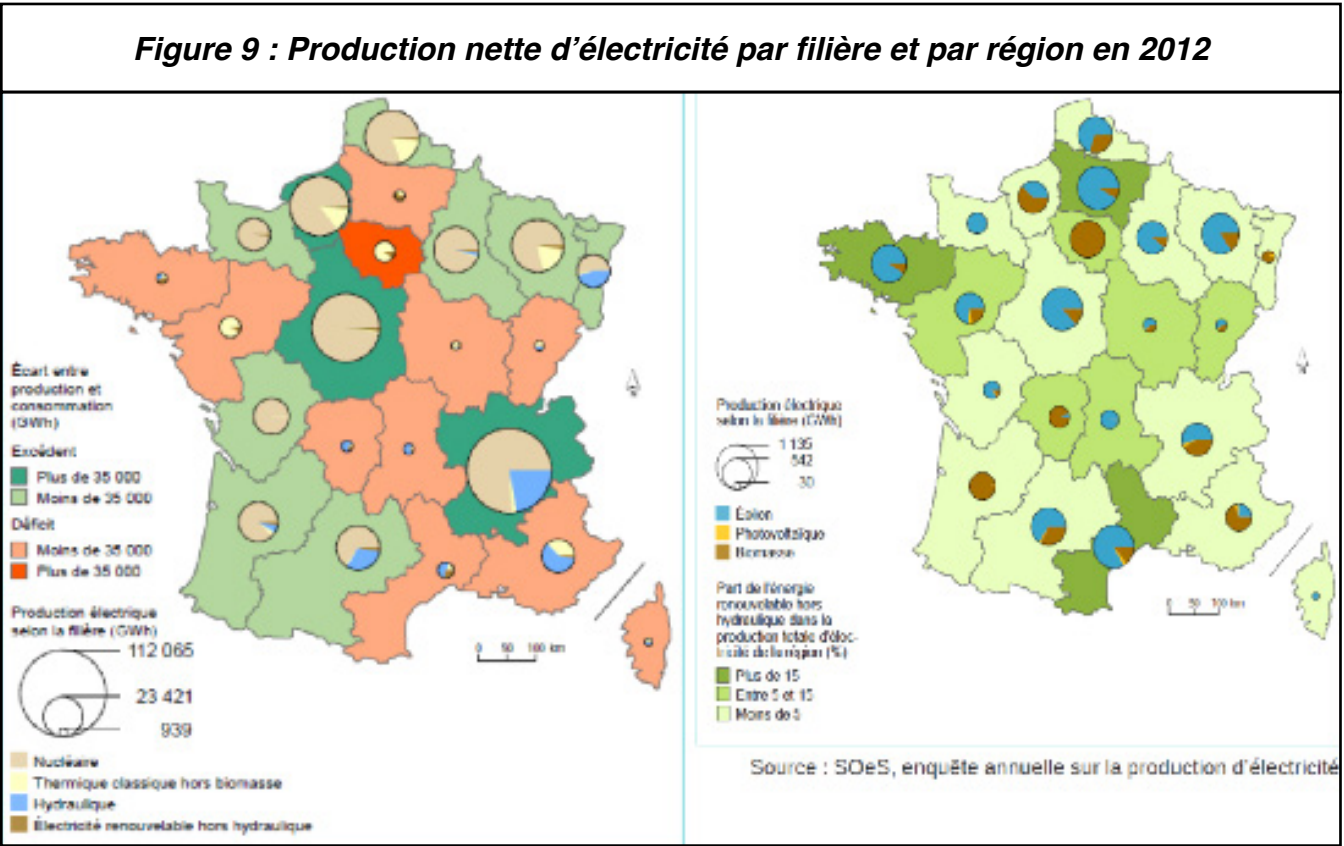
L’électricité présente deux particularités majeures : elle se transporte d’un point à un autre à la vitesse de la lumière dans un milieu«conducteur» (273 000 km/s dans le cuivre), mais elle est difficilement stockable (à petite échelle dans des batteries, volants d’inertie, transformation mécanique, etc.). Ces deux caractéristiques structurent fortement à la fois le système de production et de transport de l’électricité comme ces usages.

L’impact de l’électricité sur l’environnement est principalement lié au mauvais rendement de production de l’électricité. En effet, uniquement un tiers de l’énergie qui entre dans la centrale ressortira sous forme d’électricité. La conversion d’énergie primaire Énergie Finale est de 2,58.

Dans la majorité des cas, les deux tiers restants sont perdus. Ce mauvais rendement conduit l’électricité à être une grande consommatrice de ressources (uranium, gaz, charbon, fioul) et donc une mauvaise élève dans l’approche écologique de l’énergie.

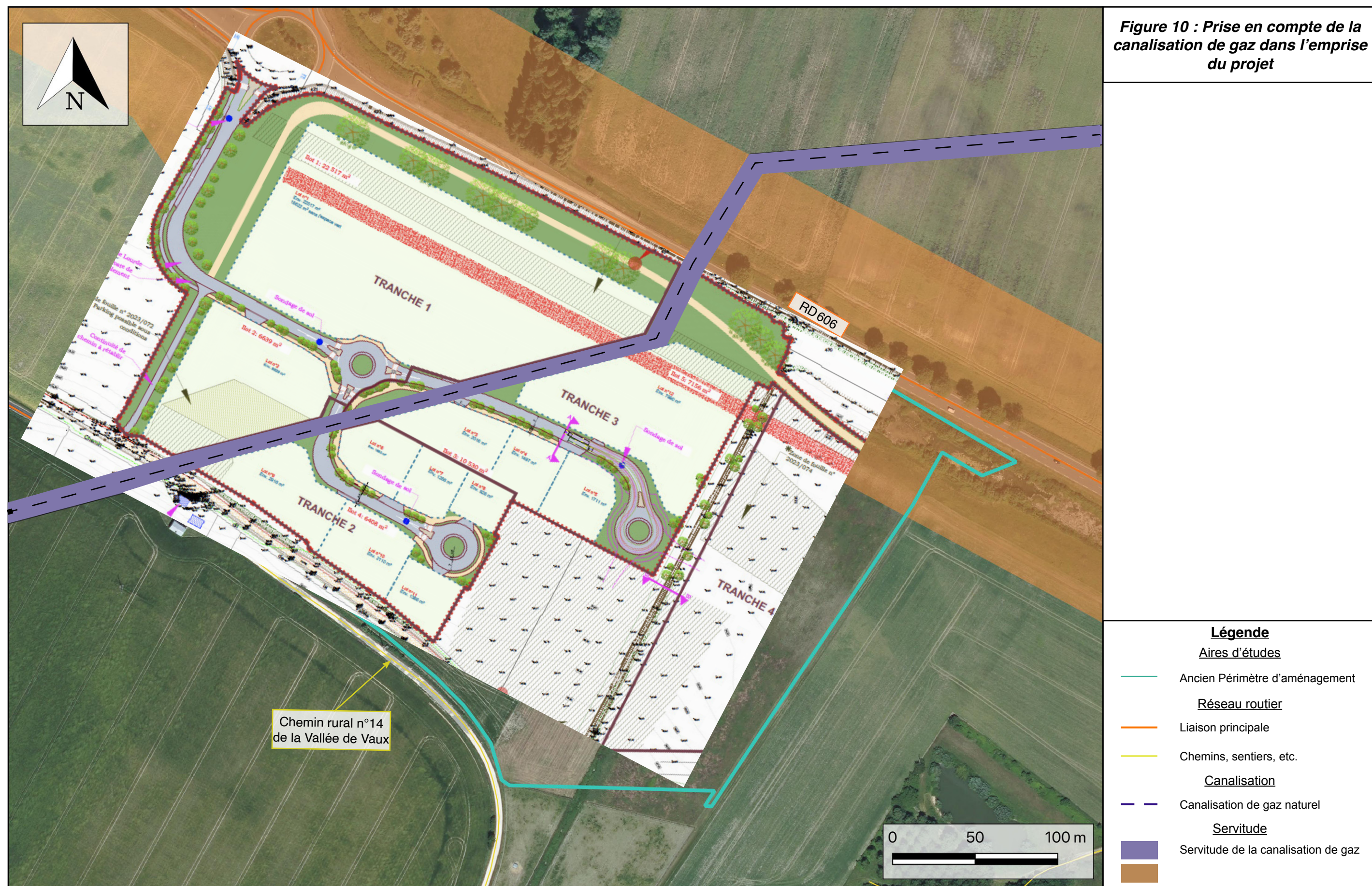
Selon les données du CITEPA (Centre interprofessionnel technique d’études de la pollution atmosphérique), citées par la brochure « Chiffres clés du Climat 2013 » du Ministère de l’Écologie, la production d’électricité et de chaleur est responsable de 8,9% des émissions de gaz à effet de serre (GES) en France en 2010, taux particulièrement bas puisque la moyenne de l’Union Européenne est de 26%. Cette bonne performance s’explique par l’importance de la production nucléaire et hydroélectrique, ainsi que par la part élevée de l’électricité dans le bilan énergétique français : 23,9% de l’énergie finale consommée en 2011.

En 2012, pour l’ancienne région de Bourgogne, la production d’électricité était principalement issue du nucléaire. En ce qui concerne la part des énergies renouvelables, celles-ci sont principalement issues de l’éolien (cf. Figure 11).



C.5 - RÉSEAUX D'ÉNERGIE DESSERVANT LE SITE

Une canalisation de transport de gaz est recensée sous le site du projet. Cette canalisation de transport de gaz représente une contrainte pour le projet, car celui-ci doit laisser une servitude pour l’exploitant de la canalisation.



D - IMPACTS DU PROJET SUR LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE

L'étude porte uniquement sur l'aménagement des espaces publics

Le projet est de nature à entraîner une consommation d'énergie notamment lors de la réalisation des travaux.

Concernant la phase de travaux, la consommation en carburant d'un engin de travaux publics s'évalue à :

- 8 L/h pour un engin de déplacement,
- 12 L/h pour un engin de chargement,
- 20 L/h pour un engin de terrassement.

À ces consommations, s'ajouteront celles liées à l'acheminement des matériaux et des équipements divers. Il y aura donc une dépense énergétique notable pour la réalisation du projet, mais il n'est pas possible de la quantifier précisément à partir des données connues ce jour.

On peut par contre, considérer que cette consommation d'énergie est marginale et ne justifie pas une recherche alternative.

S'agissant de la phase d'exploitation, la consommation énergétique concernera essentiellement l'éclairage public dans le cadre de ce projet.

Rappelons qu'aucun bâtiment public, ni parking n'est prévu dans le cadre du projet (de ce fait, absence de besoin énergétique lié au chauffage et d'ombrières).

E - OPPORTUNITÉS DE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

E.1 - ÉNERGIE ÉOLIENNE

E.1.1 - PRINCIPES D'EXPLOITATION DE L'ÉNERGIE ÉOLIENNE

L'exploitation de l'énergie éolienne repose sur la transformation de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique. Cette énergie est ensuite transformée dans la plupart des cas en électricité.

E.1.1.1 - Définition du gisement local, contraintes réglementaires et aspects économiques

L'exploitation de l'énergie éolienne dépend principalement des caractéristiques du vent (vitesse, fréquence et régularité). Le secteur d'implantation du projet n'est pas situé dans une zone propice au développement de l'éolien (cf. Figure 12).

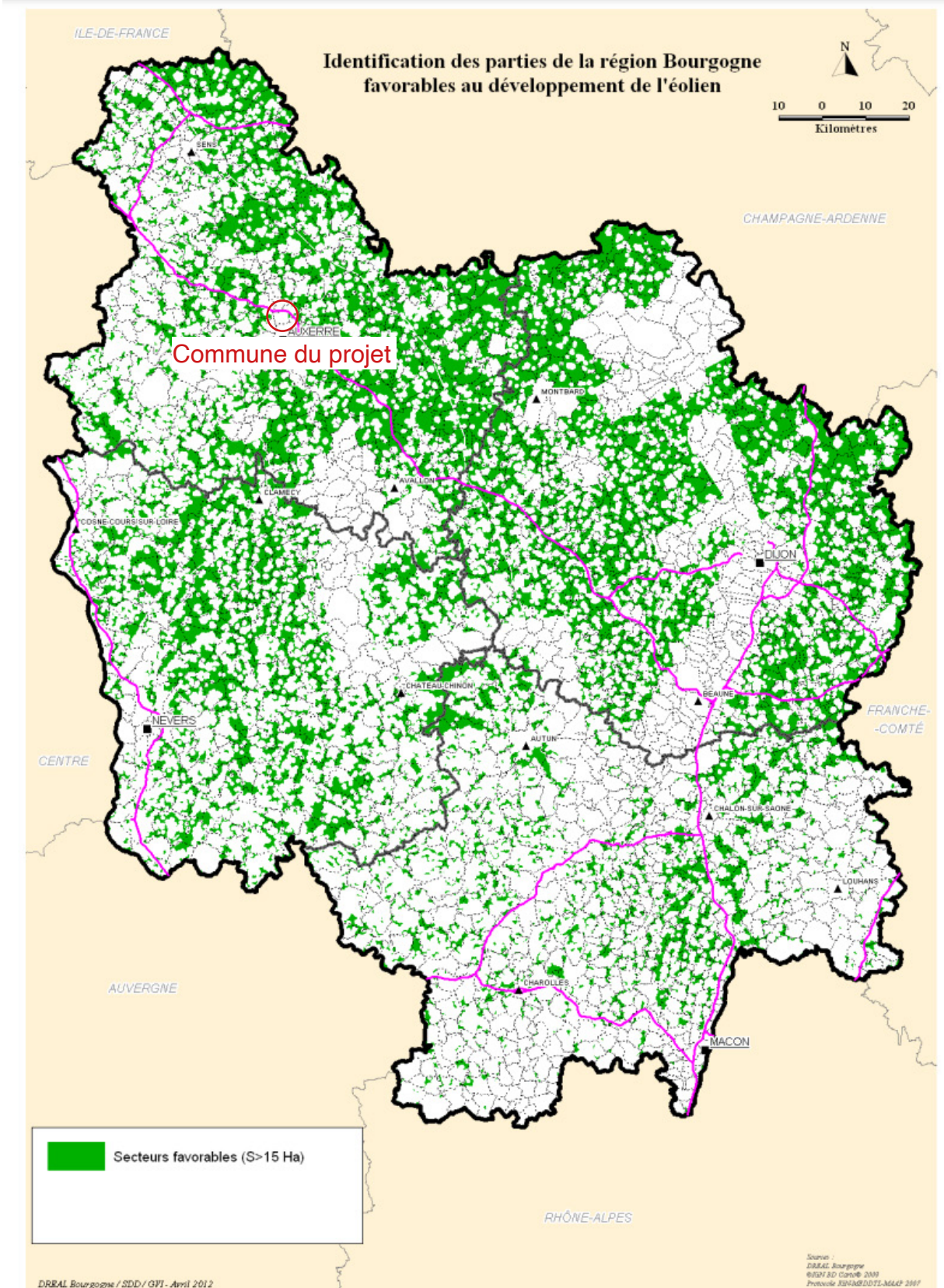
Au-delà du gisement éolien, compte tenu des caractéristiques des aérogénérateurs et de leur mode de fonctionnement, d'autres facteurs peuvent conditionner le développement de cette filière.

Dans notre cas, on distinguera 2 principales catégories d'éoliennes :

- Les **petites éoliennes** à axe horizontal ou à axe vertical qui trouvent des applications variées (production d'électricité pour autoconsommation ou pour injection en réseau, application mécanique). Leurs gabarits et leurs caractéristiques sont variables en fonction du type de technologie développée. Si elles ne sont pas exclues à ce stade de réflexion, leur développement reste dépendant d'une évaluation :
 - Plus précise du gisement éolien en tenant compte, notamment des différents éléments susceptibles de gêner leur bon fonctionnement en générant des obstacles à l'écoulement des vents ou des turbulences (relief, végétation, bâti). Ce point est particulièrement important dans la mesure où le rendement de ces machines est relativement faible et où leur positionnement doit être optimisé pour atteindre un bon seuil de rentabilité ;
 - Des impacts potentiels sur le paysage, la faune et les nuisances qu'elles peuvent également générer. En effet, même si le gabarit de ces aérogénérateurs reste modeste, ils peuvent malgré tout entraîner des nuisances importantes, notamment pour le voisinage.
- Les **éoliennes de grande puissance** qui sont développées dans les parcs éoliens terrestres. Leurs gabarits et leurs caractéristiques ne sont pas adaptés au contexte et à l'échelle du projet.

Comme on peut le constater sur la carte ci-contre, le territoire de Charmoy n'est pas favorable.

Figure 11 : Zones favorables élargies à la maille communale (Source : DREAL Bourgogne)



E.1.1.1.1 - Le petit éolien

E.1.1.1.1.1 - Moyens disponibles

Le petit éolien, ou éolien individuel ou encore éolien domestique, désigne les éoliennes de petites et moyennes puissances, de 100 watts à 35 kilowatts, montées sur des mâts inférieurs à 12 mètres, raccordées au réseau ou bien autonomes en site isolé.

Le petit éolien est utilisé pour produire de l'électricité et alimenter des appareils électriques (pompes, éclairage, ...) de manière économique et durable, principalement en milieu rural.

La production dépend directement du vent et de la taille de l'éolienne.

On peut estimer qu'une éolienne de 5m de diamètre, d'une puissance de 2kW, située dans des conditions de vent optimales, pourra fournir l'équivalent des besoins en électricité d'une famille de 4 personnes.

En dessous de 12 mètres de haut, l'implantation d'une éolienne n'est soumise à aucune procédure au titre de l'urbanisme (Article R421-2 du code de l'urbanisme) sauf en site protégé.

Il existe deux modèles d'éoliennes : celles à axe vertical (type Darrieus ou Savonius) et celles à axe horizontal. Les éoliennes à axe vertical sont théoriquement mieux adaptées au milieu urbain car elles sont plus efficaces aux milieux peu ventés et peuvent fonctionner avec des vents provenant de toutes directions grâce à leur design.

Cependant, les éoliennes à axe horizontal sont beaucoup plus commercialisées que celles à axe vertical.



Photos d'éoliennes à axe vertical



Photos d'éoliennes à axe horizontal

E.1.1.1.2 - Contraintes

D'après l'article R. 421-2 du Code de l'urbanisme, les installations de moins de 12 mètres sont dispensées de toute formalité, sauf lorsqu'elles sont implantées dans un secteur sauvegardé ou dans un site classé. Dans ce cas, une déclaration préalable est obligatoire.

• **Bruit :**

En matière de bruit, aucune loi n'est définie pour les éoliennes inférieures à 12 mètres, c'est donc l'article R-1334-31 du Code de la santé publique qui s'applique : « *Aucun bruit particulier ne doit, par sa durée, sa répétition ou son intensité, porter atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme, dans un lieu public ou privé* ».

• **Implantation paysagère :**

Pour les éoliennes de moins de 12 m : en matière d'implantation, il existe des règles de distance fixées par les documents d'urbanisme. Si toutefois aucun de ces documents n'existe, une règle générale s'applique, citée dans l'article R-111-18 du Code de l'urbanisme : *Distance minimum = Hauteur totale de l'éolienne/2*.

Quel que soit le résultat, cette distance entre l'implantation de l'éolienne et la propriété privée (autre que celle de l'exploitant) doit être au minimum de 300 mètres.

E.1.1.1.1.3 - Aspects économiques

Une petite éolienne (inférieure à 16m de diamètre pour une machine à axe horizontale) peut produire entre 500 et 9000 kWh/an. Le modèle est choisi en fonction de régime de vent sur la zone. Les coûts d'investissement varient de 8 000€ à 70 000 € pour un modèle de 20 kW.

Pour le petit éolien, la productivité pourra être de 6 à 15 kWh/an pour une machine de 10 kW.

E.1.1.1.2 - Le grand éolien

E.1.1.1.2.1 - Moyens disponibles

Les gammes de puissance vont de 350 kW à 6 MW pour des hauteurs totales de machines de 50 à 200 mètres. Ce type de machines représente en puissance installée la quasi-totalité du marché éolien.

Un site urbanisé est interdit pour le grand éolien (distance réglementaire de 500 m des habitations, en pratique souvent plus). Le développement du grand éolien s'est fait historiquement le long d'éléments structurants d'origine anthropique (canaux, axes routiers) ou sur terrains artificialisés (friches industrielles, zone d'activité).

E.1.1.1.2.2 - Contraintes

Lorsqu'il s'agit d'une installation dont le mât dépasse 12 mètres, un permis de construire ainsi qu'une autorisation ICPE sont requis.

• **Bruit :**

Concernant les installations d'une hauteur supérieure à 12 m, c'est l'arrêté du 26 août 2011 qui fixe les règles à suivre. L'article 2 de cet arrêté définit notamment les zones à émergence réglementée et le périmètre de mesure du bruit de l'installation. L'article 26 indique les émissions sonores maximales autorisées :

- Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée incluant le bruit de l'installation : > 35 dB (A),
- Émergence admissible pour la période allant de 7 heures à 22 heures : 5 dB (A)
- Émergence admissible pour la période allant de 22 heures à 7 heures : 3 dB (A)

• **Implantation paysagère :**

Pour les éoliennes de plus de 12 m : L'arrêté du 26 août 2011 réglemente les distances d'implantation de l'éolienne à 500 mètres de toute construction ou bâtiment à usage d'habitation. De même, la distance minimale entre une éolienne et une installation nucléaire ou une Installation ICPE doit être de 300 mètres. Concernant les radars, la distance d'éloignement minimale sera comprise entre 10 et 30 kilomètres, selon le type de radar.

Le règlement du PLU ou à défaut, l'article L-111-1-4 et R-111-17 du Code de l'urbanisme fixe également les distances à respecter par rapport aux voiries et autres infrastructures routières.

Dans tous les cas, même si chacun des critères relatifs à l'intégration paysagère et quelle que soit la hauteur de l'éolienne choisie, l'article R-111-21 du Code de l'Urbanisme énonce que, sur des critères subjectifs mais dans la mesure où le projet éolien irait à l'encontre de l'intérêt des sites et paysages voisins, celui-ci pourrait être refusé ou contraint à des modifications.

E.1.1.1.2.3 - Aspects économiques

Pour le grand éolien, le retour d'expérience montre une productivité d'environ 5 000 MWh/an pour une machine de 2,5 MW dans un secteur à bon potentiel éolien. Les coûts d'investissement varient selon beaucoup de paramètres propres à chaque projet (distance de raccordement, travaux de voirie, ...) mais sont de cet ordre de grandeur : 1,5 M€/MW installé.

Comme constater précédemment, le territoire de Charmoy n'est pas favorable.

E.1.1.2 - Potentiel de développement de l'énergie éolienne à l'échelle du projet

• **Le petit éolien :**

L'installation de quelques éoliennes de faible hauteur peut être envisagée au niveau du projet comme démonstrateur de solutions innovantes. Cependant la production d'électricité par petite éolienne ne présente pas un intérêt fort au regard du retour sur investissement long et de la faible puissance.

• **Le grand éolien :**

Au niveau de la commune de Charmoy les contraintes écologiques, rendent compliqué le développement du grand éolien,

De plus, le secteur de Charmoy n'a pas été identifié comme une zone propice au développement éolien.

E.2 - ÉNERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Une installation photovoltaïque se compose de modules solaires, eux-mêmes constitués de cellules photovoltaïques, généralement conçues à base de silicium. Ces générateurs transforment directement l'énergie solaire en électricité (courant continu).

Cependant, compte tenu de l'augmentation du prix de l'électricité à prévoir dans les prochaines années, une autre alternative peut s'avérer intéressante : l'autoconsommation.

Cette alternative permet de produire de l'énergie à un coût fixe dans le temps et donc de réaliser des économies à long terme. Cette solution n'est toutefois pas mutualisable à plusieurs bâtiments ou ensemble de bâtiments. En effet, l'énergie produite doit être consommée sur place pour ne pas avoir à créer un deuxième réseau d'électricité en plus de celui d'ErDF.

L'autoconsommation doit donc être en priorité utilisée sur les bâtiments tertiaires ou commerciaux.

Dans le cadre du projet, l'autoconsommation pourrait correspondre à la mise en place d'un éclairage public avec LED muni de panneaux photovoltaïques (*cf. photos ci-dessous*).



Photos de lampadaires solaires

E.2.1 - MOYENS DISPONIBLES

Le principe de l'énergie solaire photovoltaïque consiste à transformer en électricité la plus grande partie possible du flux de photons en provenance du Soleil. Le matériau le plus employé pour fabriquer les cellules photovoltaïques reste toujours le silicium, dont on distingue trois familles :

	SILICIUM MONOCRISTALLIN	SILICIUM POLYCRISTALLIN	SILICIUM AMORPHE
REPRÉSENTATION			
DESCRIPTION	Cristal unique encapsulé dans une enveloppe plastique	Plusieurs cristaux assemblés	Couche mince de silicium sur un substrat de verre
RENDEMENT MOYEN	13 à 20 %	15 %	10 %
DURÉE DE VIE ESTIMÉE	30 ans	30 ans	20 à 25 ans
PUISSANCE MINIMAL GARANTIE APRÈS 20 ANS D'UTILISATION	80 %	80 %	80 %

Certaines technologies en couche mince comme le CIS (Cuivre Indium Sélénium) et plus encore le CdTe (Tellure de Cadmium) trouvent également des débouchés commerciaux. Leurs niveaux de performance et de coût sont intéressants, mais l'approvisionnement de ces procédés technologiques et leur recyclage sont parfois problématiques. Quant aux constituants de nouvelles générations (plastiques, ...), ils restent encore au stade de développement faute de rendements très satisfaisants.

La puissance de production d'un panneau photovoltaïque s'exprime en Watt-crête, noté Wc, dans les conditions standards (irradiance de 1000 W/m², température des panneaux de 25°C et répartition spectrale du rayonnement correspondant au rayonnement solaire). Cette unité permet la comparaison du rendement des matériaux photovoltaïques, dans les mêmes conditions, mais aussi la qualification de la taille d'une installation, indépendamment de ses conditions d'ensoleillement, et la comparaison des gisements solaires.

Ainsi, une installation d'1 kWc est réalisée par environ 10 m² de modules solaires avec une technologie courante permet de produire une énergie annuelle moyenne de 850 kWh/an à Lille et de 1 250 kWh/an à Nice.

E.2.2 - CONTRAINTES

La pose de capteurs solaires photovoltaïques n'impose pas de contraintes techniques et foncières majeures au niveau de la zone du projet.

E.2.3 - ASPECTS ÉCONOMIQUES

Aujourd'hui, l'État a fixé des tarifs d'achat de l'électricité photovoltaïque, financés à travers la Contribution au service public de l'électricité (CSPE). Ce dispositif permet au producteur de rentabiliser son installation et donc d'encourager le développement de la production d'électricité photovoltaïque.

Les tarifs de rachat de l'électricité photovoltaïque au 30 juin 2021 sont les suivants :

- Pour une installation $\leq$ à 3kWc : 17,19cts€/ kWh,
- Pour une installation entre 3 et 9kWc : 15,12cts€/ kWh,
- Pour une installation entre 9 et 36kWc : 10,95cts€/ kWh,
- Pour une installation entre 36 et 100kWc : 9,52cts€/ kWh.

Le temps de retour brut en 2016 est de :

- 14 ans pour une installation de 6kWc intégrée au bâti pour une inclinaison de 30°,
- 30 ans pour une installation de 100kWc montée sur une structure métallique sur toiture plate,
- 12 ans pour une installation de 100kWc en membrane souple d'étanchéité sur toiture plate (solution généralement retenue sur les bâtiments des Grandes et Moyennes Surfaces à toiture quasiment plate).

L'autoconsommation de la production d'énergies photovoltaïques est désormais possible et encouragée par l'État, notamment par l'adoption de la Loi pour la Transition Énergétique pour la Croissance Verte.

Une installation solaire photovoltaïque implique un investissement important de départ mais des coûts marginaux en maintenance et en entretien. Cet investissement dépend de nombreux paramètres (technologie, taille du projet...). Le coût des panneaux hors pose et raccordement ont considérablement baissé depuis ces dernières années.

Enfin, les coûts d'exploitation sont quant à eux très faibles et regroupent :

- Les frais d'assurance : négociation à avoir avec l'assureur du bâtiment pour déterminer s'il peut couvrir la centrale et à quel coût.
- L'accès au réseau : ce coût à payer à ERDF est minime, de l'ordre de 50€ HT/an pour des projets inférieurs à 36kWc et d'environ 550 € HT/an pour des projets compris entre 36 et 250kWc.
- La maintenance : il n'existe aujourd'hui pas de recommandations générales en maintenance préventive, si ce n'est pour le nettoyage des modules et une visite annuelle de l'installation. Les équipements sont garantis sur des longues durées et il est recommandé de souscrire les extensions proposées à 20 ans, notamment pour les onduleurs. Le suivi de l'installation peut être fait à distance et dans le cas où l'installateur ait proposé une garantie de résultat solaire, c'est lui qui devra s'assurer du bon fonctionnement de l'installation. Les systèmes photovoltaïques sont extrêmement fiables : aucune pièce mécanique n'est en mouvement, les matériaux employés (verre, aluminium) résistent aux pires conditions climatiques (notamment à la grêle).
- La durée de vie d'un capteur photovoltaïque de l'ordre de 25 ans, et on estime actuellement la garantie de production à 80 % après 20 ans pour la plupart des panneaux solaires de bonne qualité.

E.2.4 - POTENTIEL DE DÉVELOPPEMENT DU SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE À L'ÉCHELLE DU PROJET

E.2.4.1 - Enjeux de l'éclairage

Un projet d'aménagement d'une zone d'activité commerciale tel que celui-ci, implique des besoins en éclairage important.

L'éclairage est un service public indispensable à l'échelle d'un projet d'aménagement. Ses enjeux sont les suivants :

- assurer la sécurité des déplacements (piétons, cycles, véhicules motorisés,...) ;
- assurer la sécurité des personnes et des biens ;
- valoriser les espaces publics ;
- disposer d'une installation la moins énergivore possible, afin d'abaisser les dépenses énergétiques de la collectivité ;
- réduire la pollution lumineuse.

E.2.4.2 - Pollution lumineuse

La pollution lumineuse est une forme de pollution moins connue que certaines autres (déchets, émissions de CO₂, eaux souillées,...), car à priori moins néfastes sur la santé directement.

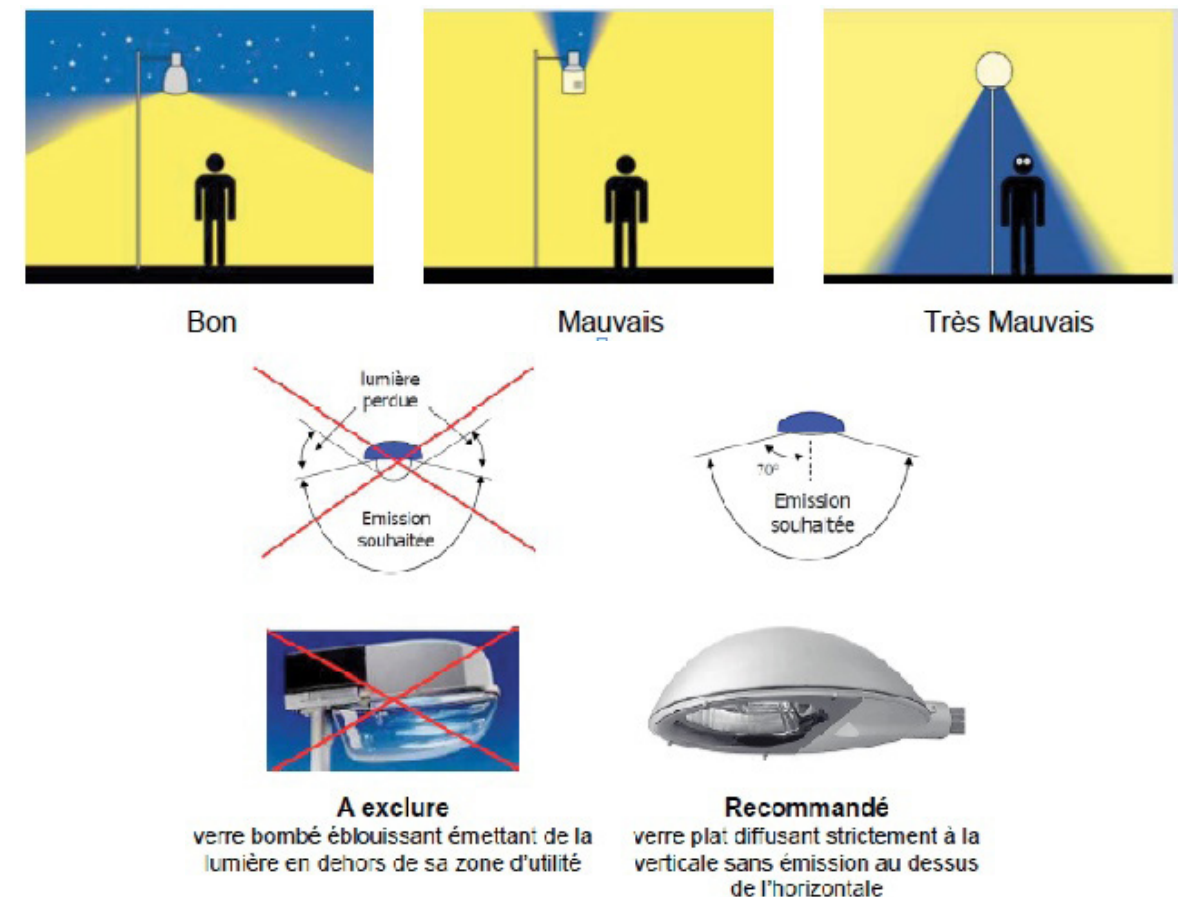
Cependant, l'impact de la pollution lumineuse n'est pas sans conséquence sur la faune (modifications des comportements, de l'orientation, augmentation de la mortalité de certaines espèces nocturnes,...), la flore (perturbations dans le développement – photosynthèse,...) et peut avoir des conséquences sur la santé humaine (perturbation du sommeil, désynchronisation hormonale,...).

Au sens strict, tout dispositif d'éclairage artificiel est source de pollution lumineuse. Cependant, il est considéré que la pollution lumineuse est la conséquence de l'utilisation de moyens et de méthodes d'éclairage inadaptés aux besoins réels, par exemple une plage temporelle de fonctionnement de l'éclairage non adaptée, ou encore l'éclairage des zones riveraines d'une surface présentant un besoin d'éclairage alors que celles-ci n'en présentent pas.

E.2.4.3 - Préconisations

Plusieurs pistes d'amélioration pour la conception d'un dispositif urbain sont les suivantes :

- Utiliser des luminaires dont l'orientation se limite tant que possible à la zone à éclairer ;
- Utiliser les lampadaires équipés de réflecteurs haut rendement, dont l'ampoule est encastrée dans le luminaire à verre plat ;
- Affiner le dimensionnement des puissances d'éclairage, le nombre de points lumineux et la hauteur des mats en fonction de l'utilisation du secteur éclairé ;



Pour diminuer le nombre de points lumineux le non éclairage direct des chaussées peut être envisagé. L'éclairage peut alors être privilégié au niveau des voies douces : trottoirs, piétonniers et pistes cyclables. La nature des voies est donc distinguée, ce qui assure aux modes doux une meilleure visibilité et une meilleure sécurité.

Les «zones de conflit», c'est à dire les passages piétons, les carrefours et les zones de rencontres doivent toutefois être éclairées.

Un des moyens de réduire la puissance installée est également d'équiper les points lumineux (pour chaque point lumineux ou à l'armoire, en fonction des besoins) d'un dispositif de variation de puissance.

- *Optimiser la gestion temporelle du fonctionnement de l'éclairage ;*

Pour optimiser la gestion temporelle, plusieurs leviers d'actions sont disponibles : centralisation des commandes d'éclairage public, gestion par une horloge astronomique (programmation automatique du fonctionnement selon les heures de lever et de coucher du soleil, les changements d'heures,...), ou un interrupteur crépusculaire couplé à une horloge (l'interrupteur crépusculaire autorise le fonctionnement uniquement en dessous d'un seuil de luminosité, et l'horloge permet un arrêt nocturne 23 h - 6 h en hiver et 24 h - 6 h en été).

Si un arrêt complet de nuit n'est pas envisageable, il peut être mis en place un variateur de puissance, qui permet d'abaisser la tension, donc le niveau d'éclairement et les consommations d'électricité selon une programmation horaire.

- *Recourir au maximum à l'éclairage passif (catadioptriques ou matières réfléchissantes), par exemple au niveau des giratoires (éclairage passif) ;*

L'éclairage passif, c'est-à-dire à des équipements réfléchissants délimitant la chaussée (plots, bandes, réflecteurs), assure aux automobilistes une très bonne vision des limites de la chaussée. Cet éclairage passif permet également de réduire le nombre de point lumineux.

- *Utiliser des types de lampes économes, efficaces et respectueuses de l'environnement. Les technologies ci-dessous, sont classées selon leur pertinence :*

Les luminaires LED peuvent être utilisés permettant une réduction de consommation électrique significative à niveau d'éclairement égal.

Les lampes à vapeur de sodium Haute Pression, présentant également une très bonne efficacité lumineuse et ayant l'avantage de produire une lumière monochromatique (teinte orangée ou jaune clair).

Les lampes à iodure métalliques présentent une efficacité lumineuse, mais durée de vie plus faible.

- *Coupler l'éclairage avec des systèmes de production d'électricité renouvelable.*



L'énergie solaire en alimentation d'un éclairage quand il n'existe pas de ligne électrique à proximité du luminaire peut être une solution intéressante.

Cependant, l'investissement élevé de ces équipements, la durée de vie limitée des batteries par rapport au luminaire et le risque de ne plus répondre aux besoins d'éclairage longue durée si l'énergie solaire stockée est trop faible, en font un dispositif qui n'est pas le plus judicieux à mettre en œuvre.

E.2.5 - SYNTHÈSE DES SOLUTIONS POUVANT ÊTRE ADOPTÉES PAR LE PROJET

Le potentiel le plus important concerne l'autoconsommation par l'installation de lampadaires solaires pour l'éclairage public. En effet, aucun nouveau bâtiment, ni parking n'est prévu dans le cadre du projet, et seuls des besoins électriques d'éclairages sont nécessaires dans le cadre du projet (espaces publics).

L'utilisation de l'énergie solaire par le biais de lampadaires solaires est envisageable dans le cadre de ce projet.

De plus, les caractéristiques de celui-ci favorisent en effet leur mise en place ;

Pour finir, si les lampadaires à lumières LED sont associées à une régulation programmée de l'éclairage, en fonction des besoins, le gain est encore plus fort.

F - CONCLUSION SUR LA FAISABILITÉ DU DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

La faisabilité du développement des énergies renouvelables de la création d'une zone d'activité commerciale repose sur :

- La ressource mobilisable localement,
- Les objectifs de la région Grand-Est et de la Communauté de Communes de l'Agglomération Migennoise,
- Le portage financier et technique des installations.

Les ressources d'énergies renouvelables pour la production d'électricité mobilisable de façon sûre sont peu nombreuses sur la commune de Charmoy et dans le département de l'Yonne : énergie solaire (photovoltaïque) et éolien.

Elles permettent de répondre au besoin de production d'électricité permettant d'alimenter notamment l'éclairage public, mais également de réduction des émissions de gaz à effets de serre.

La mobilisation d'énergies renouvelables sur la future zone d'activités commerciale de Charmoy permettrait l'efficacité énergétique et la couverture des besoins par les énergies renouvelables.

Le développement de réseau électrique alimenté par des sources d'énergies renouvelables est opportun :

- Quand les besoins en énergie sont importants et constants tout au long de l'année,
- Quand la densité de construction est importante au regard des longueurs de réseau déployé (ce qui n'est pas le cas du site),
- Quand la ressource est disponible localement.

Dans le cadre du projet, la mise en place de lampadaires solaires pour l'éclairage public est d'un grand intérêt, d'autant plus qu'ils seront alimentés par des sources d'énergies renouvelables.

En terme d'éclairage public, quelques recommandations peuvent être mises en place pour limiter l'utilisation des ressources électriques :

- L'utilisation de luminaires à LED (permet de réduire la consommation électrique),
- Munir les points lumineux de variateurs de puissance et gérer l'éclairage en fonction des besoins,
- Réduire la durée d'éclairement par différents dispositif :

- L'interrupteur crépusculaire :

Il s'agit d'un équipement électronique qui détecte la quantité de lumière naturelle environnante. En fonction d'une valeur de seuil de luminosité prédéfinie, l'interrupteur crépusculaire allume ou éteint les équipements qui lui sont raccordés.

- La commande centralisée :

Elle permet de synchroniser l'ensemble des points d'allumage mais aussi et surtout, de moduler l'éclairage zone par zone. La commande centralisée communique généralement avec les commandes locales par ondes radio ou téléphonie.

- L'extinction et la variation de puissance d'une partie de l'éclairage public :

La modulation de l'éclairage public (extinction ou variation de puissance) en fonction des tranches horaires permet de réduire de manière significative le nombre d'heures d'éclairement et/ou les consommations énergétiques.